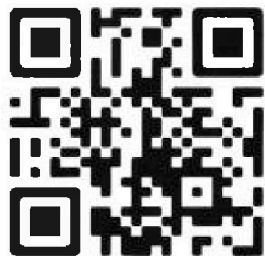


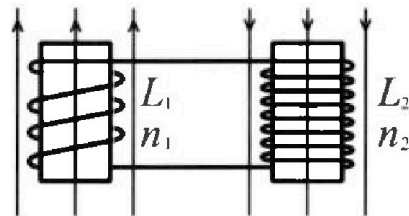
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

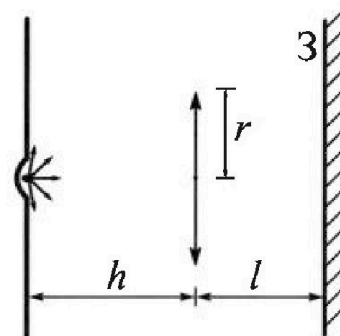


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

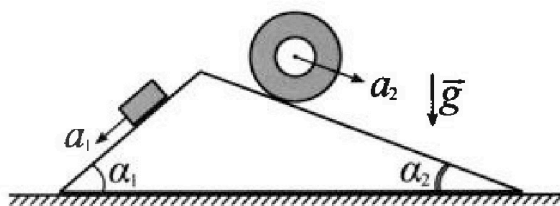
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

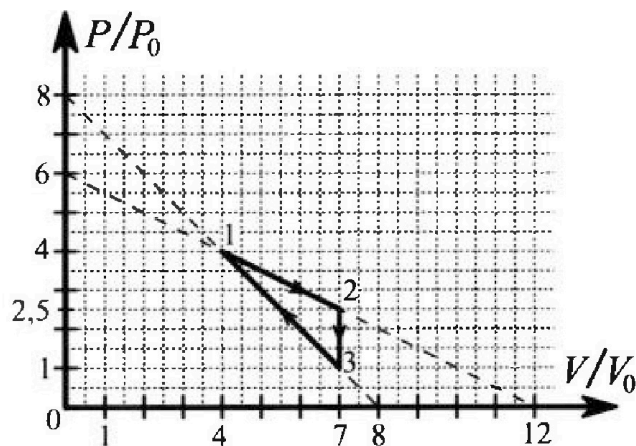


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ в выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

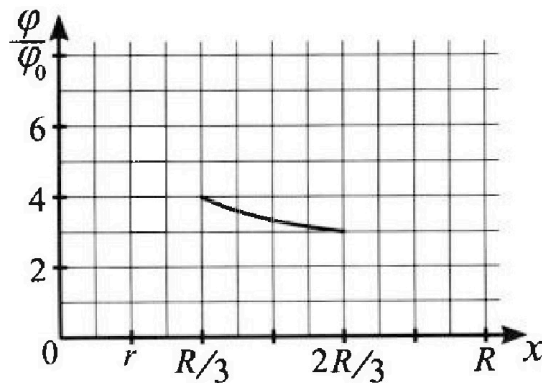
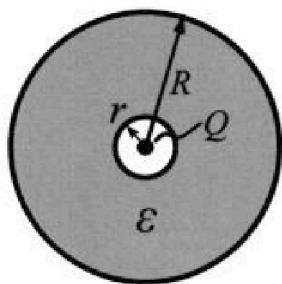
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



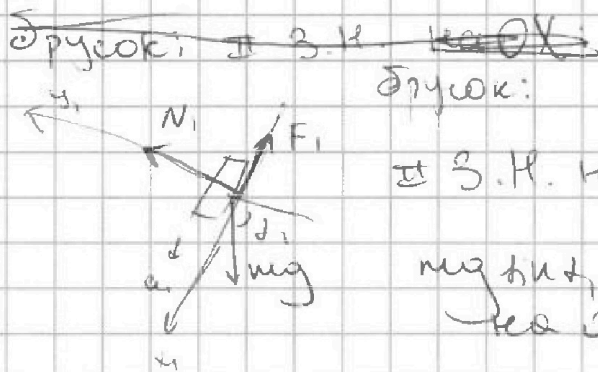
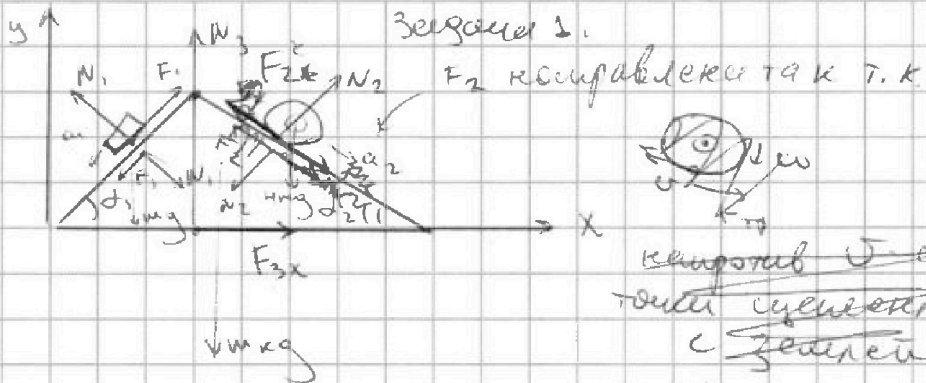


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

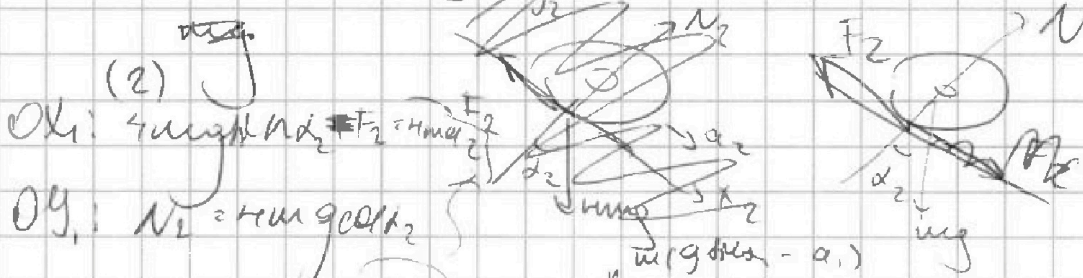
СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$N_1 = m g \cos \alpha_1$$

Аналогично для цилиндра:



из (1) $\Rightarrow F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{24}$

$$F_1 = \frac{47}{120} m g = \frac{3}{5} m g - \frac{5}{13} m g = \frac{14}{65} m g$$

из (2) $\Rightarrow F_2 = 4 m g \sin \alpha_2 - 4 m a_2 = 4 m g \cdot \frac{5}{13} - 4 m \cdot \frac{5g}{24} = 4 \cdot \frac{5}{13} m g - \frac{5}{3} m g = \frac{20}{13} m g - \frac{5}{3} m g = \frac{60 - 65}{39} m g = -\frac{5}{39} m g$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

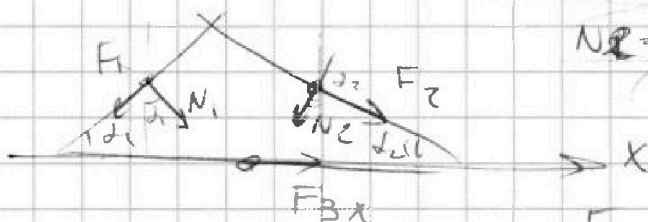
Задача 2.

$$mg(2) \Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 4m \left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{5g}{24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

Клин:

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$



$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$F_3 = F_3 \cos \alpha_3 \text{ ось } OX$$

~~OX:~~

~~$$F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$~~

~~$$OX: -F_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} = 0$$~~

~~$$F_{3x} = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$$~~

~~$$F_{3x} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 + 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) \cos \alpha_2 - 4mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 -$$~~

~~$$4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2$$~~

~~$$F_{3x} = \frac{14}{65} mg \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$~~

~~$$F_{3x} = mg \left(\frac{56}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{660}{13 \cdot 13 \cdot 3 \cdot 2} - \frac{12}{5 \cdot 5} - \frac{240}{13 \cdot 13} \right) =$$~~

~~$$= mg \cdot 1456$$~~

~~F_3~~

↙ параллельно.

~~$$OX: N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_{3x} + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 = 0$$~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

$$F_{3x} = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = 4mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + m(g \sin \alpha_1 - a_1) \cos \alpha_1 - 4m(g - a_2) \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = -ma_1 \cos \alpha_1 + 4ma_2 \cos \alpha_2$$

$$F_{3x} = m(a_2 \cos \alpha_2 - a_1 \cos \alpha_1)$$

$$F_{3x} = \frac{12m}{13} \left(4 \cdot \frac{5g}{246} \cdot \frac{12^2}{13} - \frac{5g}{13} \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$F_{3x} = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) = \frac{6mg}{13}$$

Ответ: ① $F_1 = \frac{14}{65} mg$

② $F_2 = \frac{55}{78} mg$

③ $F_3 = \frac{6}{13} mg$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

(1) 23. Терм: $Q = A + \Delta U$

ВТ. 1 $\rightarrow P_1, V_1, T_1$

ВТ. 2 $\rightarrow P_2, V_2, T_2$

$$\Delta U = C_V \nu \Delta T = \frac{C_V}{R} \nu R \Delta T = \frac{C_V}{R} (\nu R T_2 - \nu R T_1)$$

здесь ν из $\Delta T = T_2 - T_1$

$$\Delta U = \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

здесь ν конст. и неск. P_2, V_2 и P_1, V_1

$$C_V = \frac{3}{2} R \cdot \nu \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (P_0 \cdot 7V_0 - 2.5 P_0 \cdot 7V_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \nu \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 P_0 V_0 \Rightarrow |\Delta U_{23}| = \frac{63}{4} P_0 V_0$$

A_{12} - работа за цикл; $A_{12} = S_{12}$ - площадь

закрывающаяся в график; $A_{12} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

$A_{12} = S_1 - S_2$; S_2 - площадь под

графиком в цикле 3-1, S_1 - площадь

под графиком в цикле 1-2

площадь \rightarrow $S_1 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+2.5)P_0}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{2} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$
 граница

$$S_2 = (7-4)V_0 \cdot \frac{(4+1)P_0}{2} = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_1 - S_2 = \frac{39}{4} P_0 V_0 - \frac{15}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

$$| \Delta U_{23} | = \frac{63}{4} P_0 V_0, \quad A_{12} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \frac{| \Delta U_{23} |}{A_{12}} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = 7$$

D-ное-во v_0 - v_{01} лага

(2) $P_1 V_1 = \nu R T_1$ (1) $\Rightarrow T_1$

Зависимость 1-2: $\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\frac{P V}{P_0 V_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{V_0}{V}$ (из формулы)

$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$ - из формулы $\tan \alpha_{12} = -\frac{1}{2}$; $|P_0| = 6 P_0$

$P V = \left(6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \right) V = \nu R T \Rightarrow T = \frac{1}{\nu R} \left(6 P_0 V - \frac{1}{2} P_0 \frac{V^2}{V_0} \right)$

$0 = \frac{dT}{dV} \leftarrow \max \Rightarrow \frac{1}{\nu R} \left(6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{2V}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 6 P_0 = \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 6 V_0 \leftarrow \max T$

$T_{\max} = T(6 V_0) = \frac{1}{\nu R} \left(6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$= \frac{1}{\nu R} \left(6 P_0 \cdot 6 V_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{36 V_0^2}{V_0} \right) = \frac{18 P_0 V_0}{\nu R}$

$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$ (из (1)) $\Rightarrow T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

$\frac{Q_{12}}{A_{12}}$

$$Q_{23} = \Delta Q_{23} (A_{23} = 0 \text{ так } V = \text{const}) = -\frac{21}{2} P_0 V_0 < 0 \Rightarrow \text{отдает}$$

$$\delta Q = \delta A + P dV$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta Q_{12}; A_{12} = S_{12} = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} (2.5 \cdot 7 P_0 V_0 - 4 \cdot 4 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{48}{4} P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

$$\uparrow \frac{dP}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$

на 3-1: $P = 6P_0$ $P = 8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$ из графика

$$\delta Q = \delta A + dU \Rightarrow \delta Q = P dV + \cancel{P dV} dU$$

$$dU = \frac{C_v}{R} d(PV) = \frac{C_v}{R} (P dV + V dP) = \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = P dV + \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$\Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} \left(8P_0 - \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV = \frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV - \frac{3}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV$$

$$\delta Q = 20 P_0 dV - 4 P_0 \frac{V}{V_0} dV; \text{ так как } dV < 0 \Rightarrow$$

$$\delta Q > 0 \Rightarrow -20 P_0 + 4 P_0 \frac{V}{V_0} > 0$$

$$\Rightarrow V > 5 V_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~знаем от $4V_0$ до $5V_0$ получаем тепло~~

~~$$Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = -V_0 \cdot \frac{(4+3)P_0}{2} = -\frac{7}{2} P_0 V_0$$~~

~~$$\Delta U_{н31} = 16P_0 V_0 + \frac{3}{2} (16P_0 V_0 - 15P_0 V_0) =$$~~

от $5V_0$ до $7V_0$ $Q > 0 \Rightarrow$ задача 2

$$\rightarrow Q_{н31} = \Delta U_{н31} + A_{н31}; A_{н31} = 2V_0 \cdot \frac{(3+1)P_0}{2} = 4P_0 V_0$$

$$\Delta U_{н31} = \frac{3}{2} (15P_0 V_0 - 7P_0 V_0) = 12P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{н31} = 8P_0 V_0$$

$$Q_{н} = Q_{12} + Q_{н31} = 16P_0 V_0$$

$$A_{н3} = \frac{9}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \eta = \frac{A_{н3}}{Q_{н}} = \frac{\frac{9}{4}}{16} = \frac{9}{64}$$

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{н31}|}{A_{н3}} = 7$

2) $\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3) $\eta = \frac{9}{64}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3.

$$(1) \cdot (2) \cdot (3) = \dots \quad (2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{kQ}{aR} + \frac{kQ}{2aR} = \varphi_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} \Rightarrow \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = 1$$

$$(2) \cdot (3) = \Rightarrow \frac{3kQ}{aR} + \frac{9}{2} \frac{kQ}{aR} = \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR}$$

$$\theta(2) \Rightarrow \frac{4 \cdot 3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{2aR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8kQ}{aR} - \frac{3kQ}{2aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{15}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2}$$

$$\theta(2) \Rightarrow 4 \cdot \frac{3}{2} \frac{kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{aR} \Rightarrow \frac{9kQ}{aR} = \frac{6kQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \epsilon = 1,5$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ(9-1)}{R} + \frac{4kQ}{aR}$$

$$(2) \quad \epsilon = 1,5$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3.

$$-\frac{d\varphi}{dx} = E \quad E = -\frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow d\varphi = -E dx \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = -\int d\varphi = \int E dx$$

в $x=r \Rightarrow \varphi(r) = \frac{kQ}{r}$

$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x E dx$, где $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2}$

т.к. в диэлектрике поле в ϵ раз меньше.

$$\varphi(r) - \varphi(x) = \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{dx}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_r^x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(r) - \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(x) = \varphi(r) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r}\right)$$

для $x = \frac{R}{4} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{r}\right)$

$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{4kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{kQ}{r} \left(\frac{4}{R} - 1\right) + \frac{4kQ}{\epsilon R}$$

2) 1 точка: $4\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$

$$\Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R}\right) \Rightarrow 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} \quad (2)$$

1 точка: $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 3\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R}\right) = \frac{6kQ}{R} - \frac{9kQ}{2\epsilon R} \quad (3)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

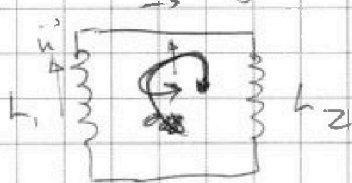
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

1



$$\mathcal{E}_S = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S)}{dt}$$

$$S_1 = n_1 S, S = n_1 S$$

$$\mathcal{E}_{S1} = -n_1 S \frac{dB}{dt} = -n_1 S \alpha$$

$$\mathcal{E}_S = -L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} \Rightarrow -\mathcal{E}_S = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_1 S \alpha = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{n_1 S \alpha}{5L}$$

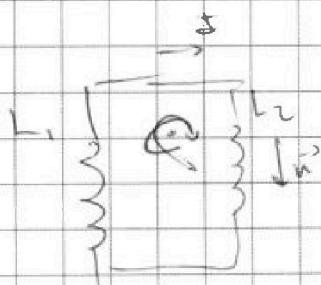
2

$$\mathcal{E}_{S1} = +n_1 S \dot{B}_1, \mathcal{E}_{S2} = -n_2 S \dot{B}_2$$

$$\mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = +L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I} = n_2 S \dot{B}_2$$

$$= n_2 S \dot{B}_2 + n_1 S \dot{B}_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = S \left(n_2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + n_1 \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right) \Rightarrow$$



$$\Rightarrow (L_1 + L_2) \Delta I = S \left(n_2 \frac{4B_0}{3} + n_1 \frac{1B_0}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{S B_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{4n_2}{3} + \frac{n_1}{2} \right)$$

$$\Delta I \cdot 5L = S B_0 \left(\frac{4n_2}{3} + \frac{n_1}{2} \right) = S B_0 \frac{5n_1}{6}$$

$$\Delta I = \frac{S B_0 n_1}{6L}$$

$$\Phi_0 = (L_1 + L_2) I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{\Phi_0}{5L}, \Phi_0 = n_2 S \cdot 2B_0 + n_1 S \cdot B_0$$

$$\Phi_0 = 5n_1 S B_0 \Rightarrow I_0 = \frac{n_1 S B_0}{L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$I_0 = \frac{n S B_0}{L}$ Засадим н.

$\Delta I = \frac{1}{30} \cdot \frac{B_0 S \mu_0}{L} \Delta I = - \frac{n S B_0}{6L}$

$\Delta I = I - I_0 \rightarrow I = I_0 + \Delta I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L}$
 $I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$

Ответ: ① $I_1 = \frac{n S d}{5L}$

② $I = \frac{1}{30} \frac{B_0 S \mu_0}{L} \quad I = \frac{5}{6} \frac{n S B_0}{L}$

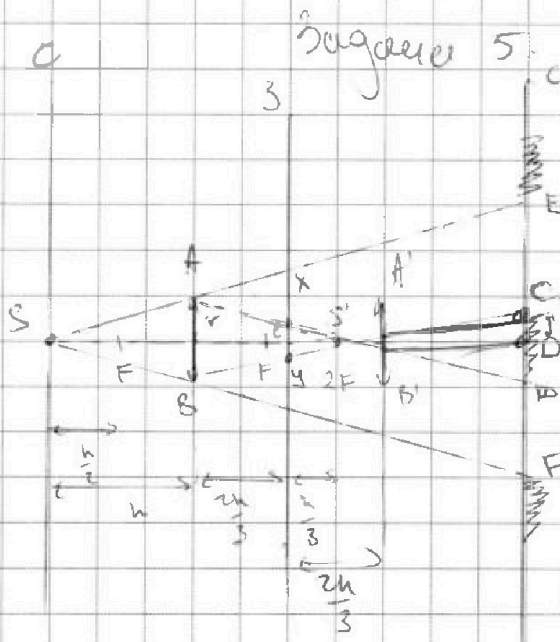


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{2}{h} \Rightarrow$$

$$\rightarrow f = h \Rightarrow \text{угодн}$$

на раст. h от
линзы т.е. в 2F

т.к. искомая л. на линзу
Она должна прийти
к изображению S'

Зеркало будет освещаться
в пределах XY, где X когда луч идет
через A, а Y, когда через B, другие лучи
попавшие на линзу идут в [XY] на
зеркало, далее отражаются от зеркала
т.к. угол падения = углу отражения
можно продолжить луч, идущий через
зеркало, отобразив плоскость и
тогда на раст. $\frac{2h}{3} + h$, после отражения
лучи войдут, так как - дарты источ-
ник в фокусе \rightarrow лучи войдут парал-
лельно после отражения линзы
т.к. отражение не д.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

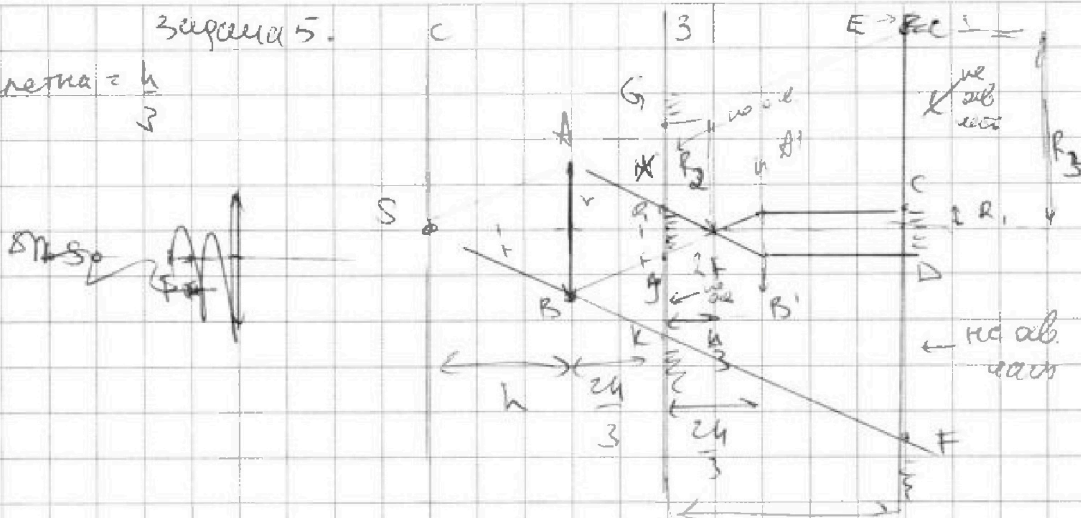
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

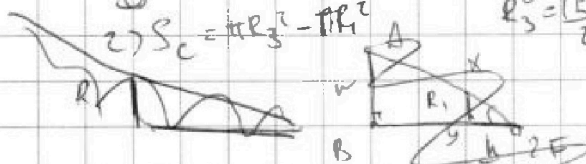
одна клетка = $\frac{h}{3}$



лучи, не прошедшие через $\frac{5h}{3}$ между клеткой по прямой и крайние точки, тогда луч идет через край

A и B получают E и F (один по стене)

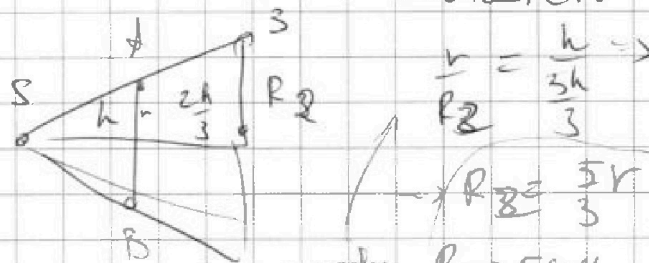
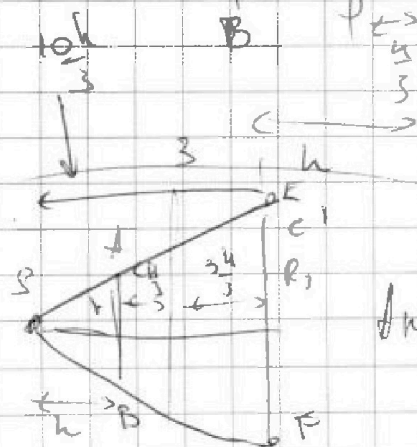
1) $S_3 = \pi R_3^2 - \pi R^2$; где $R_2 = \frac{BK}{2}$, $R_1 = \frac{KJ}{2}$
 $S_3 = \pi R_3^2 - \pi R^2$; где $R_3 = \frac{EF}{2}$



из подобия $\Rightarrow \frac{r}{R_1} = \frac{h}{3}$

$\Rightarrow R_1 = \frac{r}{3} = 1 \text{ см.}$

т.к. 2 угла равны один один и соответствует.



$\frac{r}{R_2} = \frac{h}{3} \Rightarrow R_2 = \frac{5r}{3}$

$R_2 = 5 \text{ см}$

Аналог. из подобия $\frac{R_3}{r} = \frac{10h}{3} \Rightarrow R_3 = \frac{10}{3} \text{ или } 10 \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

$$R_1 = \frac{r}{3}; R_2 = \frac{5}{3}r; R_3 = \frac{10}{3}r$$

$$S_3 = \pi(R_2^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{24}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = 24\pi \cdot \text{см}^2$$

$$S_6 = \pi(R_3^2 - R_1^2) = \pi r^2 \left(\frac{100}{9} - \frac{1}{9} \right) = 11\pi r^2 = 99\pi \cdot \text{см}^2$$

Ответ: ① $S_3 = \frac{24}{9} \pi r^2 = 24\pi \text{ см}^2$

② $S_6 = 11\pi r^2 = 99\pi \text{ см}^2$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

A Черновик

$$240 + 72 = 312$$

$$24 \cdot 3 = 72$$

$$39 - 25 = 14$$

$$\frac{13}{5} = \frac{65}{65}$$

$$5 \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{13} \right)$$

$$10 \cdot 156 = 1560$$

$$F_2 + \text{чирок} \alpha_2 = 4 \text{ км} \alpha_2$$

$$120 - 65 = 55$$

$$F_2 = 4 \text{ км} \alpha_2 - 9 \text{ км} \alpha_2$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13} = \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{312}{65} = \frac{14}{65}$$

$$4 \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4 \cdot 5 \cdot \frac{24 - 13}{24 \cdot 13}$$

$$4 \cdot 5 \cdot 11 = \frac{55}{78}$$

~~КЭФ~~ $L = \Phi$

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = 8$$

$$e_1 = S_{u_1} \frac{dB}{dt} = 2 S_{u_1}$$

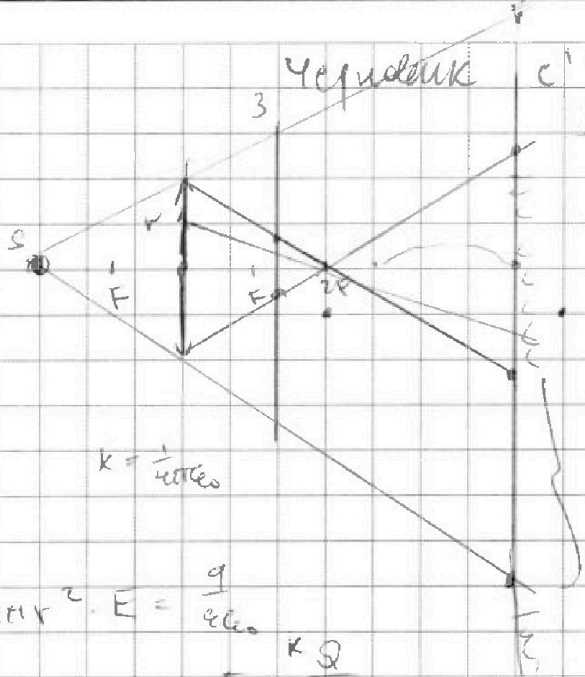
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$L_2 \ddot{I} = P = 0$$

$$E_S = k_1 \ddot{I} + k_2 \ddot{I}$$

$$(L_1 + L_2) \ddot{I} = E_S = (k_1 + k_2) \ddot{I}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{p}$$

$$0 < p < R$$

$$R < p < \infty$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{p}$$

$$R < p < \infty$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{p}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$4\pi R^2 \cdot E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$I(L_1 + L_2) = |I_2|$$

$$d\varphi = -\int E dx$$

$$(L_1 + L_2) \ddot{I} = S(h_2 - h_1) \cdot B$$

$$\Delta I(L_1 + L_2) = S(h_2 - h_1) \Delta B$$

$$\varphi = 4\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{R}$$

$$\varphi^{(2)} = 3\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3Q}{2R}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R} =$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R} = \int \frac{kQ}{R^2} dx$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int \frac{kQ}{R^2} \cdot \frac{1}{x^2} dx = \frac{kQ}{R} \left(\frac{-1}{x} \right) \Big|_R^3$$

$$\frac{3kQ}{2RE} = \Delta\varphi = \varphi_0$$

$$\frac{kQ}{R} \frac{3}{2R}$$

$$\frac{1}{3R} - \frac{1}{BR}$$

$$\frac{3}{R} - \frac{3}{2R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

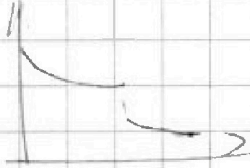
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

Черновик

$$\Phi = \mu n I$$

$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left(\frac{-1}{X} \right)^3$$



$$2 \frac{\mu n \Phi}{R} - 4 \varphi_0 = \frac{\mu n \Phi}{R} \left(\frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right)$$

$$4 \varphi_0 = \frac{2 \mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R}$$

$$e_{s1} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\varphi_0 = \frac{3 \mu n \Phi}{2 R \epsilon}$$

$$\left. \begin{aligned} L I &= \Phi \\ I &= \frac{\Phi}{L} = \frac{\mu n S R}{L} \end{aligned} \right\}$$

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$$

$$6 \frac{\mu n \Phi}{R \epsilon} = \frac{\mu n \Phi}{R} - \frac{3 \mu n \Phi}{R \epsilon}$$

$$e_{s1} + e_{s2} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

$$\frac{\varphi}{\epsilon} = 2 \rightarrow \epsilon = 4,5$$

$$\Phi = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mu_1 S = L_1 (I_0 - I)$$

$$S(B_1 \mu_1 - B_2 \mu_2) S \Delta B = L \Delta I$$

$$\mu_2 S = L_2 (I - I_0)$$

$$\Phi_0 = \mu_1 S B_1$$

$$I L = \Phi \quad \mu_2 S B_1 = L_1 I_1$$

$$L_1 \Delta I = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_1 \Delta I_1 = \mu_1 S \Delta B_1$$

$$L_2 \Delta I_2 = \mu_2 S \Delta B_2$$

$$\Delta I_1 = \frac{S \mu_1 \Delta B_1}{L_1}$$

$$\Delta I_2 = \frac{S \mu_2 \Delta B_2}{L_2} \quad \Delta I_2 = L_2 I = \Phi$$



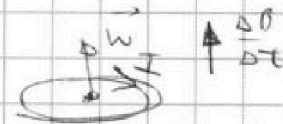
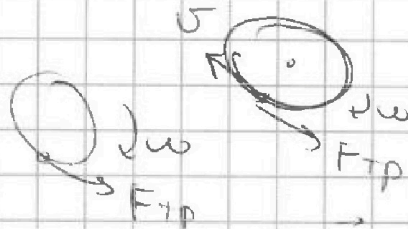
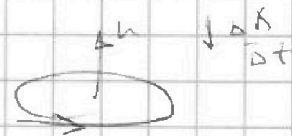
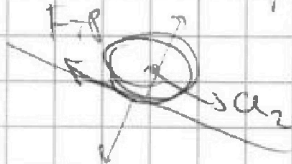
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$E_s = \omega \cdot L \cdot \dot{\varphi} = \dot{\varphi} \cdot S \cdot d$$

$$\frac{1}{2} - \frac{8}{3} = -\frac{5}{6}$$

$$18 = 39 \cdot 2 = 13 \cdot 3 \cdot 2$$

$$65 = 13 \cdot 5$$

$$\frac{3 \cdot 8}{6}$$

$$\times \frac{109}{25}$$

$$550 + 110 = 660$$

$$100$$

$$56 \cdot 13$$

$$156 = 560 + 108$$

$$2 \cdot \frac{2}{3} - 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$L \cdot I$$

$$\times 728$$

$$I = L$$

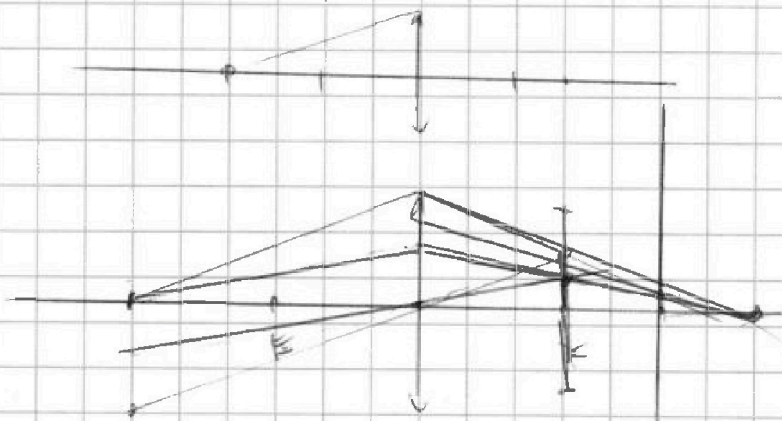
$$L \cdot I \cdot I$$

$$1456$$

$$I = P$$

$$\frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{7}{6}$$

$$\frac{I}{6} = L/I$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \text{tg} \alpha = \cos \beta z$$

фермоовек

$$\frac{21 \cdot 10^3}{A_{23}} = Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}; \Delta U_{23} = |7 P_0 V_0 - 25 \cdot 7 P_0 V_0|$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$A_{12} + A_{23} = S_{up} = S_{12} + |S_{33}|$$

$$\frac{7}{4} (7 \cdot 4) P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$A_{12} = S_{12} = 3 P_0 V_0 \cdot \left(\frac{4 + 2.5}{2} \right) P_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$|A_{33}| = |S_{33}| = 3 P_0 V_0 \cdot \left(\frac{1 + 4}{2} \right) P_0 = \frac{15}{2} P_0 V_0$$

$$A_{23} = 39 - 30 = 9 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$2) = \frac{\frac{21}{2}}{\frac{9}{4}} = \frac{21}{2} \cdot \frac{4}{9} = \frac{14}{3} \quad (1)$$

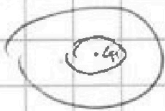
$$PV = \int P dV \Rightarrow 16 P_0 V_0 = \int P dV$$

$$9 \cdot 7 = 63$$

$$y = \frac{P}{A_{23}}$$

$$\frac{d \text{dep}}{dx} = E$$

$$\text{dep} = \int E dx$$



$$\frac{21}{2} - \frac{21}{2}$$



$$\frac{d \text{dep}}{dx} = E$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ _ ИЗ _ _

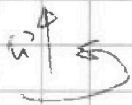
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

черновик

$$L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow L \dot{I} = \dot{\Phi} = -e_s$$

$$L \dot{I} = \dot{\Phi}$$

$$n_s \alpha = L, \dot{I}$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{h} \Rightarrow f = h$$

